延長釋迦及鳳梨釋迦銷售期技術之探討

吳剛智[1], 黃奕捷[2], 陳建勛[2], 程安邦[3], 吳柏青[3]

[1] 國立宜蘭大學生物機電工程學系 副教授
[2] 國立宜蘭大學生物機電工程學系 前研究生
[3] 國立宜蘭大學生物機電工程學系 教授

摘要

釋迦名列十大經典國產水果，其中的鳳梨釋迦更是重點外銷水果。臺灣生產優質釋迦與鳳梨釋迦，又與澳洲釋迦產期相反，極具外銷潛力。然而其熟軟度不易控管，熟軟後儲存不易，故收穫後銷售期短暫。本研究的目的即在探討從機械及生理機制，減少釋迦與鳳梨釋迦在運銷過程中的損傷，進而延長其銷售期的方法與技術。在機械機制上，以衝擊量測儀器球與無線振動感測器檢測釋迦運銷過程中受到的振動與衝擊，並探討 5 種包裝方式的減傷效果，尋找適當的包裝運輸方式。在生理機制上則探討以收穫後冷藏延長鳳梨釋迦銷售期之可行性及其相關技術。而釋迦品質變化則以精密物性分析儀進行穿刺試驗所量測的穿刺力，即其堅實度，作為指標。結果顯示釋迦配銷運輸過程的振動 RMS G 值介於 0.2062～0.3037 之間，主要振頻在 0.1～0.2 Hz 之間。而振動情形以南迴公路段最為嚴重，尤其是尚武至楓港段。然而瞬間衝擊量為 3~8 G 之間，小於釋迦運銷第一階段（集貨與分級包裝）中所受到的振動量（8~12 G）。釋迦採收後 4 至 6 天為最佳食用期，此時果實穿刺力為 3 N 左右。傳統包裝加填碎紙的方式能提供最佳減傷效果與較長銷售期；但目前農民所用包裝方式也已能提供合理減振效果。收穫後冷藏則以 15℃收穫後冷藏 7 日，傳統無碎紙充填包裝為較佳之收穫後冷藏處理；相較於無收穫後冷藏之運銷方式，約可延長鳳梨釋迦銷售期 7 日，亦即收穫後冷藏的天數。

關鍵詞：釋迦、鳳梨釋迦、蔬果運銷、振動、收穫後冷藏。

一、前言

釋迦為更年性後熟水果，名列十大經典國產水果，鳳梨釋迦更是重點外銷水果。臺灣生產優質釋迦與鳳梨釋迦，又與澳洲釋迦產期相反，極具外銷潛力。然而其熟軟度不易控管，熟軟後儲存不易，故收穫後銷售期短暫。本研究的目的即在探討從機械及生理機制，減少釋迦與鳳梨釋迦在運銷過程中的損傷，進而延長其銷售期的方法與技術。

Mohsenin (1986)將水果損傷情形歸納為擦傷(abrasion)、碰（淤）傷 (bruising)、表面破裂 (skin break)、變形 (distortion)、裂傷 (crack)等類型，有些瘀傷無法馬上看出，不過經過一段時間後，其品質會下降。Bittner et al. (1967) 研究緩衝材料時，提出碰撞前的能量等於碰撞後被緩衝材料吸收的能量、被樣品吸收的能量以及樣品彈回後的能量三者之總合。因此本研究以振動試驗機，對水果施加模擬貨車運輸時的振動，分析不同包裝方式的裝箱水果經過振動後品質的變化。鄭等 （2000）及李等（2002）皆以此方式模擬，並發現水果於運輸過程中所受到衝擊及振動會對水果品質造成影響。

李 (2001) 對採收後之鳳梨釋迦以 8℃、16℃、20℃、24℃、28℃五種溫度儲藏，探討其對保存品質的影響。結果顯示鳳梨釋迦在低溫保存較不易產生發霉，儲藏溫度越高軟化越快，且越容易發霉。柯等 (1983) 研究釋迦後熟與儲藏之報告指出，此水果易屬低溫敏感，儲藏溫度低於 10℃時，會產生寒害，使果肉黑變，適當儲存溫度為 15℃上下。食品工業發展研究所的報告 (2012) 提到預冷是指運輸、冷藏或加工前去除田間熱及累積呼吸熱使產品快速降溫的處理措施，可減緩產品老化及劣變。李等 (2004) 在鳳梨釋迦果實保鮮技術之研究發現，成熟度較高的果實軟熟時間較短。鳳梨釋迦置於 15℃以上溫度可以正常後熟，隨著溫度越高軟熟速越快；但置於 10℃以下貯藏，則無法正常後熟。Batten (1990) 則報告鳳梨釋迦在 8℃儲藏 5 日或 12℃儲藏 6 日後再移到 20℃儲藏，對外觀及風味皆沒有明顯的損壞，因此適於鳳梨釋迦的短期儲藏溫度約 8~15℃之間。本研究選擇 10℃與 15℃做為收穫後冷藏實驗的處理溫度。

二、材料與方法

本研究在機械機制上檢測釋迦運銷過程中受到的振動與衝擊情形，並探討各種包裝方式的減傷效果，尋找適當的運輸包裝方式。在生理機制上則探討以收穫後冷藏延長鳳梨釋迦銷售期之可行性及其相關技術。

(一) 機械機制-運銷減傷方法探討

本研究將衝擊量測儀器球（Impact Record Device, Techmark, 如圖 1，以下簡稱 IRD）與無線振動感測器（Wireless Accelerometer Node，MicroStrain G-Link®，如圖 2，以下簡稱 G-Link®）與鳳梨釋迦裝箱，依實際車輛運輸路線一起運動，檢測運輸過程中的振動情形。接著探討 5 種不同包裝方式（如表 1）的減振效果，及受振情形與水果品質之間的相關性，以尋找減振效果最佳，及使釋迦軟熟最慢的包裝方式。先參考 ASTM D999, Standard Test Methods for Vibration Testing of Shipping Containers, Method A1－Repetitive Shock Test（Vertical Motion）測試規範，使用振動試驗機（金頓科技，KD-9363-PCL）對運輸後水果施加振動一小時，振動頻率為 10 Hz，振幅為 1.25 mm。再以物性分析儀(Stable Micro System,

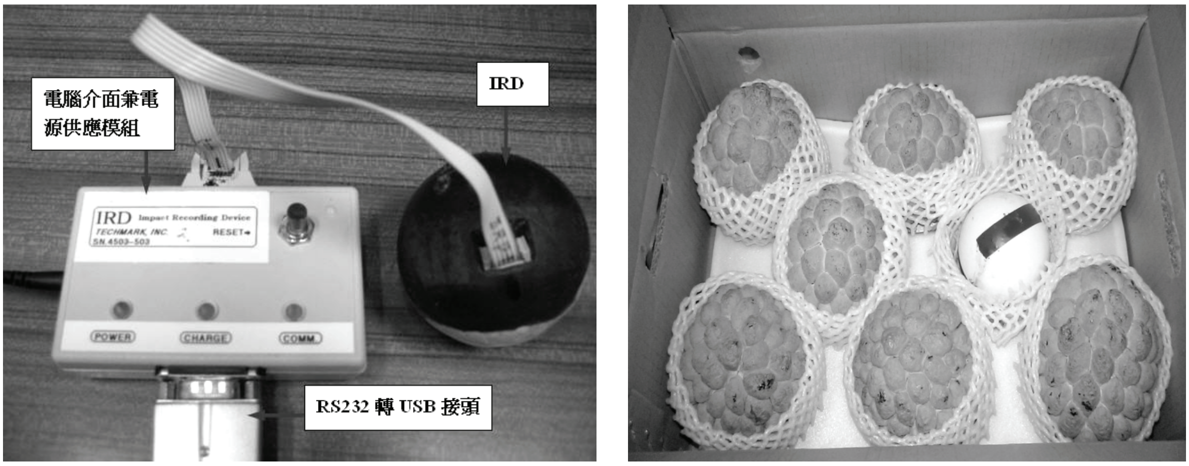

圖 1 IRD 衝擊量測模組及與釋迦一同裝箱情形

TA-HD）配合 SMS P/2 Cylinder probe 探針，進給速率 8.5 mm/s，量測深度 20 mm 進行穿刺試驗（圖 3），分析振動過後水果的堅實度變化，做為釋迦品質劣化的指標。方法為每 12 個小時進行一次試驗，每次試驗對三顆鳳梨釋迦進行量測，每顆鳳梨釋迦量測三次。每次量測時同時觀察水果、及檢測蒂頭是否可抽出及瘀傷及黑變情形。

表 1 本研究所測試的五種包裝方式

編號	A	B	C	D	E
緩衝材料	網套＋ 棉墊 (傳統包裝)	網套＋ 棉墊 (傳統包裝)	雙網套＋棉墊	網套＋ 棉墊＋ 碎紙	雙網套＋雙棉墊
運輸後以振動器振動的時間	無	一小時	一小時	一小時	一小時

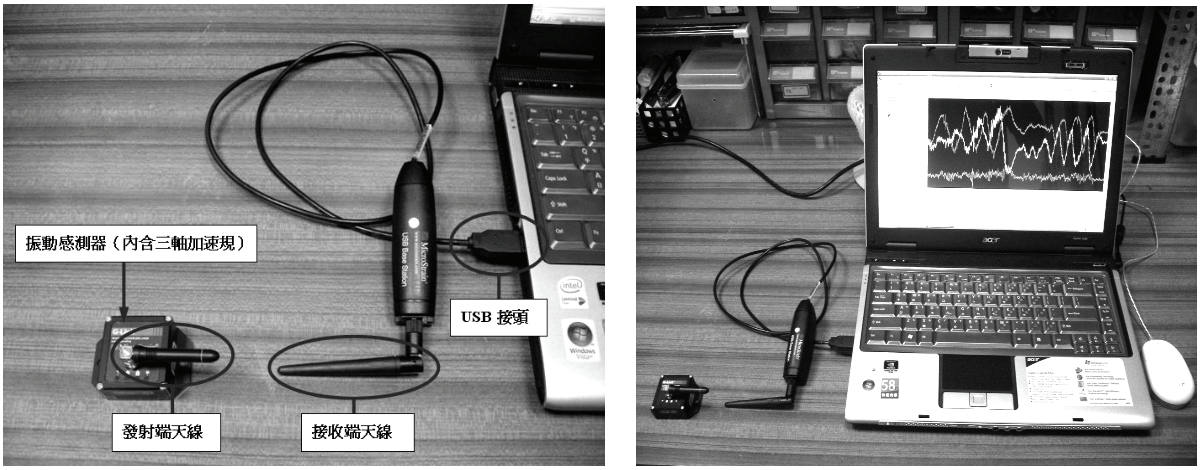

圖 2　G-Link® 無線感測模組

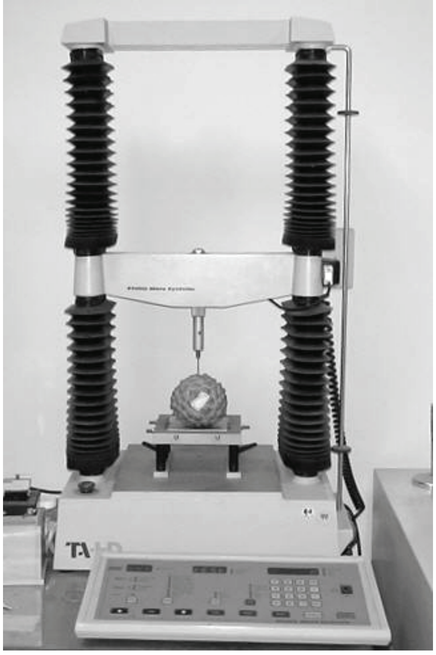

圖 3 以物性分析儀進行穿刺試驗量測鳳梨釋迦堅實度

(二) 生理機制-收穫後冷藏技術探討

生理機制探討以收穫後冷藏延長鳳梨釋迦銷售期之可行性及其相關技術，並比較收穫後冷藏加上碎紙填充包裝相對於傳統無碎紙填充包裝儲運對鳳梨釋迦銷售期的影響。實驗以 2 種收穫後冷藏溫度 (10℃、15℃)，2 種收穫後冷藏時間 (7 日、14 日)，及有無碎紙填充三個探討因素，組合成 8 種處理，探討各因子對鳳梨釋迦熟軟及黑變的效應，以評估其對銷售期的影響。同樣以物性分析儀進行穿刺實驗量測果實穿刺力做為軟化的指標，並以穿刺力開始低於 3 N 的時間做為比較的標準；同時觀察其外觀黑變情形。

三、結果

(一) 機械機制-運銷減傷方法探討

由結果得知（鳳梨）釋迦配銷運輸過程的振動 RMS G 值介於 0.2062～0.3037 之間，主要振頻在 0.1～0.2 Hz 之間。而振動情形以南迴公路段最為嚴重，尤其是後半段（尚武至楓港)。然而瞬間衝擊量為 3~8 G 之間，小於釋迦運銷第一階段（集貨與分級包裝）中所受到的振動量(8~12 G)。模擬振動與包裝影響試驗發現，傳統加碎紙包裝方式的減震效果最佳，而以此方式包裝的鳳梨釋迦的堅實度也可以維持較久。然而目前果農所用的包裝方式的效果良好，增加緩衝減振材料沒有明顯延緩軟熟效果。據果農表示，鳳梨釋迦最佳的食用時機為蒂頭可抽出時。實驗發現大約於採收後第 4 天時蒂頭可抽出；而大約到採收後將近第 7 天時，果實有黑變的情形，因此採收後第 4 天至第 6 天之間為最佳食用時機，此時果肉穿刺力大約在 3 N 上下。

(二) 生理機制-收穫後冷藏技術探討

結果顯示，以 10℃收穫後冷藏 7 日處理之樣本軟熟較其他樣本緩慢，自冷藏庫取出後 140 小時果肉穿刺力始低於 3 N。10℃收穫後冷藏 14 日處理之樣本自冷藏庫取出後 68 小時果肉穿刺力即低於 3 N。15℃收穫後冷藏 7 日處理之樣本自冷藏庫取出後 116 小時果肉穿刺力低於 3 N。15℃收穫後冷藏 14 日處理之樣本則在開箱時 (自冷藏庫取出約 1 日) 即有腐壞發霉現象，為不可行之處理。而外觀黑變情形，15℃收穫後冷藏 7 日之樣本在外觀黑變為所有樣本中最緩慢者。碎紙填充包裝則對果肉黑變與軟熟速度減緩沒有明顯效益。考慮外觀為顧客選擇水果的重要因素，以 15℃收穫後冷藏 7 日，無碎紙充填包裝為較佳之收穫後冷藏處理；相較於傳統無收穫後冷藏之運銷方式，約可延長銷售期 7 日，亦即收穫後冷藏儲藏的天數。

四、討論

釋迦採收後 4 至 6 天為最佳食用期，此時果實穿刺力為 3 N 左右。傳統包裝加填碎紙的包裝能提供最佳減傷效果與較長銷售期；但目前農民所用包裝方式也已能提供合理減振效果。收穫後冷藏方式則以 15℃收穫後冷藏 7 日，傳統無碎紙充填包裝為較佳之處理組合；相較於傳統無收穫後冷藏之運銷方式，約可延長銷售期 7 日，亦即收穫後冷藏的天數。

參考文獻

1. 李仲暐、陳昱全、王信智、林瑞松、鄭經偉。2002。振動對玫瑰花切花品質影響之研究。農林學報 51(4):65-86。
2. 李建勳、楊正山。2004。鳳梨釋迦果實保鮮技術之研究。台東區農改場研究彙報 15 :29~35。
3. 李惠齡。2001。鳳梨釋迦 (Atemoya)果實病害發生及防治研究。台東區農改場研究彙報 12:23-29。
4. 李允中 林棟樑。2005。台灣園產品預冷的研究與推廣園產品採後處理技術與應用研討會專刊 p221~p227。 2005。
5. 吳剛智、程安邦。2005。衝擊量測儀器球應用於水果運輸振動量測之探討。九十四年農機論文發表會論文摘要集。臺北：中華農業機械學會。
6. 柯立祥、楊正山、俞永標、蔡平里。1983。釋迦果之後熟與儲藏。中國園藝 29(4):257-268。
7. 黃奕捷。2008。鳳梨釋迦運銷狀況及品質之監測與分析。宜蘭大學生物機電工程學系碩士論文。
8. 楊智凱。2005。水果運輸過程中振動與損傷之研究。博士論文，國立臺灣大學生物產業機電工程系。
9. 鄭可均、林瑞松、黃裕益、鄭經偉。2000。模擬運輸振動對香石竹切花影響之研究。農業機械學刊 9(1):1-18。
10. Batten, 1990. Effect of temperature on ripening and post-harvest-life of fruit of Atemoya (Annona cherimola Mill. x, A.squamosa L.) . ‘African Pride’. Scientia Hort.45:129~136
11. Bittner, D. R., H. B. Manbeck and N. N. Mohsenin. 1967. A method for evaluating cushioning materials used in mechanical harvesting and handling of fruits and vegetables. Trans. of ASAE 10(6):711-714.
12. Mohsenin, M. N. 1986. Physical properties of plant and animal material. P.492-493. New York: Gordion and Breach, Science publishers, Inc.
13. Techmark, Inc. 2005. www.techmark-Inc.com.

Shelf Life Extension of Atemoya Fruits

Gang-Jhy Wu[1], Yi-Chieh Huang[2], Jian-Xun Chen[2], An-Pan Cherng[3], Poching Johnny Wu[3]

[1] Associate Professor, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University
[2] Graduate Student, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University
[3] Professor, Department of Biomechatronic Engineering, National Ilan University

Abstract

This research aimed to explore feasible methods to extend the shelf life of atemoya fruit from both mechanical and physiological aspects. Mechanically, a monitoring system which includes an impact record device (IRD), and a wireless vibration sensing and recording module, was developed to study the effects of marketing processes on the fruit products. The vibration reduction effects of 5 different packaging methods were checked through a simulated one-hour, 10Hz, 1.25 mm vertical vibration created by a shaker. As for the physiological aspect, after harvest pre-cooling treatment combinations of 10 and 15℃ pre-cooling temperatures, and 7 and 14 days storage time were tested to evaluate the shelf life extension effect. Condition of quality degradation of atemoya fruit was determined by checking the change of its firmness, which was represented by its penetration force measured by a texture analyzer. Results showed that the vibration RMS G values of atemoya fruits for the whole transportation processes were in the range of 0.2062 to 0.3037, with main frequencies fell within 0.1 to 0.2 Hz. The severest vibration condition occurred in Nanhuei Highway, especially from Shunwu to Fenggang. The IRD measured maximum instant impact force of the same processes is within 3 to 8 G. As for the effectiveness of packaging treatments, box with shredded paper as cushion material seemed to be the most effective vibration reducing treatment. Firmness of atemoya fruits packaged in this way also appeared to last longer. Conventional packaging method adopted by farmers nowadays worked well. Adding additional cushion materials to the conventional packaging box did not significantly enhance the vibration reducing effect. The best consuming time, was about 4 to 6 days after harvest, while the penetration force of fruit meat fell just below 3 N. A large number of black spots appeared and quality degradation speeded up around 7 days after harvest, while the penetration force of fruit peel fell just below 1 N. As for the pre-cooling effect, the results suggests that the treatment of 15℃ pre-cooling temperature, 7 day storage period, and no shredded paper added packaging is the best one for shelf life extension. This process can prolong about 7 days shelf life, which is approximately equal the pre-cooling period.

Keywords: Atemoya, Fruit marketing processes, Vibration, Pre-cooling, Shelf life.